

# SOWARLA - Solare Wasserreinigungsanlage für das DLR-Zentrum Lampoldshausen

H. Bigus<sup>1</sup>, V. Dietrich<sup>2</sup>, D. Graf, Ch. Jung\*, T. Olbrich<sup>1</sup>, L. Oliveira, J.-P. Säck, Ch. Sattler

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V.,  
Institut für Technische Thermodynamik, Solarforschung, Linder Höhe, 51147 Köln

## Zusammenfassung

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelt zusammen mit den mittelständischen Firmen Hirschmann Laborgeräte GmbH und KACO Gerätetechnik GmbH solare Kollektoren und Anlagensteuerungen zur photokatalytischen Reinigung von Wasser mittels Sonnenlicht.

Das Prinzip der solaren Wasserreinigung ist insbesondere für biologisch nicht behandelbare Wässer interessant und kann sowohl zur Vorbehandlung als auch zur vollständigen Behandlung eingesetzt werden.

## 1 Hintergrund

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) unterhält am Standort Lampoldshausen Versuchsanlagen für Raumfahrtantriebe. Die im Testbetrieb anfallenden Abwässer enthalten u. a. geringe Mengen kanzerogener Hydrazinderivate und toxischer Cyanide, die vor der Einleitung des Wassers in den natürlichen Kreislauf vollständig entfernt werden müssen. Die Anwendung biologischer Klärmaßnahmen ist in diesem Fall nicht möglich. Bisher wird die Reinigung durch Photolyse mittels quecksilberhaltiger Ultraviolett-Lichtquellen unter Zusatz von Oxidationsmitteln wie Wasserstoffperoxid und Karoat bewerkstelligt.

Die photolytische Aufbereitungsmethode gehört zu der Gruppe der fortgeschrittenen Oxidationsverfahren (advanced oxidation processes, AOPs)<sup>1</sup>, die dort zum Einsatz gelangen, wo konventionelle Wasseraufbereitungsmethoden an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit gelangen.

Dies ist bei einer steigenden Zahl von Kontaminanten der Fall, was unter anderem auf die stetig wachsende Erkenntnis um die Gefährdungen durch Abwasserinhaltsstoffe für Mensch und Umwelt zurückzuführen ist.

Im Gegensatz zu der bisher verbreiteten photolytischen Methode, die energiereiches UV-Licht erfordert, kann durch den Einsatz von Photokatalysatoren<sup>2</sup> auch energieärmeres sichtbares Licht und insbesondere Sonnenlicht<sup>3</sup> für die Wasserreinigung eingesetzt werden.

Wegen der im Vergleich zu photokatalytischen Reinigungstechniken kleineren Effizienz von photolytischen Verfahren, werden am DLR in Lampoldshausen bisher zu große Mengen an elektrischer Energie und Chemikalien für die Wasserreinigung eingesetzt. Darüber hinaus wird die Reinigungsanlage mit Gasentladungslampen betrieben, die einen regelmäßigen Austausch der Leuchtmittel erfordern. Neben den Austauschkosten ist dabei der Umgang mit dem in den Leuchtmitteln enthaltenen giftigen Quecksilber problematisch.

Da die Reinigungsleistung mit der bestehenden Anlage insbesondere bei Auslastungsspitzen der Teststände limitierend für den Testbetrieb werden könnte, wurden Wege zur Optimierung des Behandlungsverfahrens gesucht.



\* Korrespondenzautor: Tel.: +49 2203 601 2940, Fax: +49 2203 601 4141, e-mail: Christian.Jung@dlr.de

<sup>1</sup> Hirschmann Laborgeräte GmbH

<sup>2</sup> KACO Gerätetechnik GmbH

## 2 Zielsetzung

Die Solarforschung des DLR Institutes für Technische Thermodynamik und das Institut für Raumfahrtantriebe des DLR haben sich zusammen mit den mittelständischen Firmen Hirschmann Laborgeräte GmbH und KACO Gerätetechnik GmbH entschlossen, die bestehende Anlage um einen solar betriebenen Teil zu erweitern und den Betrieb auf ein effizienteres photokatalytisches Verfahren umzustellen.

Durch den photokatalytischen und den solaren Betrieb wird ein Reduktionspotential bzgl. der eingesetzten Oxidationsmittel je nach Verfahrenskonzept von bis zu 100% erwartet. Hinsichtlich des elektrischen Energiebedarfs werden voraussichtlich Einsparungen im Bereich von 70-80% möglich sein in Abhängigkeit von der solaren Anlagengröße und des angewendeten Verfahrens. Der Austausch der quecksilberhaltigen Leuchtmittel wird je nach Solaranteil weitgehend reduziert werden können.

Darüber hinaus soll durch eine einstrahlungsabhängige Anlagensteuerung der Personalaufwand reduziert werden, so dass sich die Betriebskosten bzgl. Personal, Chemikalien und Energie deutlich vermindern sollen. Die neuartige Solaranlage wird also nicht nur vorteilhaft für die Umwelt, sondern auch kostengünstig sein.

Im Zuge dieses Projektes wird ein völlig neues Kollektormodul für die solare Wasserreinigung unterstützt durch Fördermittel der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) entwickelt und in der Wasserbehandlungsanlage des DLR Lampoldshausen erstmals eingesetzt werden.

## 3 Ausblick

Das Projekt hat im April 2005 begonnen und wird voraussichtlich Ende 2008 abgeschlossen werden. In der derzeit laufenden ersten Phase werden Prototypen entwickelt und bewertet. Bis Ende 2007 soll eine Pilotanlage in Lampoldshausen installiert werden, die in 2008 zu einer Demonstrationsanlage ausgebaut werden soll.

Im Anschluss an das Projekt soll die neue solare Detoxifizierungstechnik in Form von leicht installierbaren und wartungsfreundlichen Modulen für die photochemische Vor- und Nachbehandlung problematischer Abwässer an Aufstellungsorten in gemäßigten bis tropischen Breiten zur Verfügung stehen.

Die Autoren danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Förderung des Projektes SOWARLA.

## Literatur

<sup>1</sup> Gogate, P. R.; Pandit, A. B.; A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions, *Advances in Environmental Research* 8 (2004), 3-4, 501-551; Gogate, P. R.; Pandit, A. B.; A review of imperative technologies for wastewater treatment II: hybrid methods, *Advances in Environmental Research* 8 (2004), 3-4, 553-597; Neyens, E.; Baeyens, J.; A review of classic Fenton's peroxidation as an advanced oxidation technique, *Journal of Hazardous Materials* 98 (2003), 1-3, 33-50.

<sup>2</sup> Robertson, P. K. J.; Bahnemann, D. W.; Robertson, J. M. C.; Wood, F.; Photocatalytic detoxification of water and air in: *The Handbook of Environmental Chemistry* (eds.: Boule, P.; Bahnemann, D. W.; Robertson, P. K. J.), Band 2M/2005 (Environmental Photochemistry Part II), 367-423.; Carp, O.; Huisman, C. L. et al.; Photoinduced reactivity of titanium dioxide, *Progress in Solid State Chemistry* 32 (2004), 1-2, 33-177.

<sup>3</sup> Bahnemann, D.; Photocatalytic water treatment: solar energy applications." *Solar Energy* 77 (2004), 5, 445-459.